

maux à sang chaud. Le *maximum* d'oxygène enlevé par les grenouilles a été de 0^r,105, et le *minimum* de 0^r,063. Le chiffre est à peu près le même pour la respiration des salamandres et des lézards engourdis; mais ceux-ci, étant éveillés, consomment deux ou trois fois plus d'oxygène que les grenouilles.

Les *insectes* sont loin de ressembler aux reptiles à cet égard. La respiration des hannetons, par exemple, consomme à peu près autant d'oxygène, à poids égaux, que celle des lapins, des chiens et des poules. Il en est de même des vers à soie; mais leurs chrysalides n'en absorbent pas tout à fait autant que l'animal auquel elles succèdent.

La respiration des *vers de terre* ne diffère guère de celle des grenouilles.

L'état d'*inanition* diminue la quantité d'oxygène absorbé. Un lapin, nourri de carottes, avait absorbé par heure 3^r,124; le même à l'inanition, n'absorbait plus que 2^r,518. Un chien, qui consomme par heure 6^r,592 d'oxygène quand il était nourri au pain, n'en consommait plus que 5^r,054 quand il fut à l'inanition. Il s'agit ici de la consommation absolue et non de la consommation calculée pour 1 kilogramme de l'animal.

L'état de torpeur hibernale a une influence fort remarquable. Une marmotte qui, éveillée, avait absorbé 1^r,190 d'oxygène, n'absorba plus, dans l'état de torpeur, que 0^r,040.

L'absorption d'oxygène est plus grande chez les animaux maigres, mais bien portants, que chez les animaux très gras.

Enfin, un animal respirant dans un mélange d'oxygène et d'hydrogène absorbe plus du premier de ces gaz que dans le mélange d'oxygène et d'azote; mais ce résultat ne s'obtient pas lorsque l'animal respire dans une atmosphère riche en oxygène, l'autre gaz étant de l'azote. Dans ce cas, il ne prend pas plus d'oxygène que dans l'air atmosphérique. Sur ce point, les expériences de MM. Regnault et Reiset ne concordent point avec celles d'Allen et Pepys, qui ont vu un homme absorber jusqu'à 84 pouces cubes d'oxygène par minute dans une atmosphère où ce gaz était en excès. Ces derniers ont obtenu le même résultat pour la respiration des pigeons et des chiens placés dans les mêmes circonstances. Mais les expériences de Lavoisier et de Seguin, comme celles de M. Regnault et Reiset, prouvent qu'ils se sont trompés.

De la modification de l'air dans sa quantité d'acide carbonique.

— *Acide carbonique expulsé par l'expiration.*

Si Spallanzani a prouvé par ses expériences que l'absorption de

l'oxygène est une propriété de toute matière organisée et même des substances organiques, comme la fibrine et autres principes voisins, il a prouvé aussi que *rejeter de l'acide carbonique est une autre propriété de toute matière organisée*, qu'elle manifeste même dans le vide. L'exhalation de l'acide carbonique est donc un fait aussi universel que celui de l'absorption de l'oxygène.

Nous allons rechercher : 1^o quelle est la proportion d'acide carbonique exhalée dans chaque expiration; 2^o quelle quantité absolue est produite dans des temps successifs et égaux; 3^o quelles sont les circonstances physiologiques qui activent ordinairement cette excrétion; 4^o enfin, dans quel rapport marchent l'absorption d'oxygène et le dégagement d'acide carbonique.

1^o *Proportion d'acide carbonique exhalée dans chaque expiration.*

— Sur 100 parties d'air en volume, il y a, après chaque expiration, de 3 à 5 parties d'acide carbonique (Abernethy, Davy, Proust, Dumas, Davy et Gay-Lussac, Coutanceau, Dulong, Despretz, Legallois, Apjohn, Bostock).

Cette proportion est variable, suivant beaucoup de circonstances. Ainsi, Coathupe a trouvé 4 pour 100 d'acide carbonique dans l'air rejeté par l'adulte; les extrêmes sont 1,90 et 7,98 pour 100. Il a vu, comme Proust, que cette quantité varie suivant les heures du jour. M. le professeur Bérard a fait remarquer depuis longtemps dans ses cours que si la respiration était lente, et que si l'expiration était quelque peu différée, l'air devait sortir plus altéré du poumon, et par conséquent plus chargé d'acide carbonique. Les expériences de Vierordt, publiées en 1845, ont confirmé cette vue.

Lorsque, dit ce dernier, la respiration est fréquente, la quantité d'acide carbonique expulsée à chaque expiration est beaucoup moins abondante que dans une expiration lente; mais la quantité d'acide carbonique produite pendant un temps donné, par des respirations fréquentes, est plus forte que celle qui est rejetée par des expirations lentes.

A chaque expiration, quelle que soit sa durée, correspond une valeur constante d'acide carbonique de 2,5 pour 100, à laquelle s'ajoute encore une nouvelle quantité d'acide carbonique exactement proportionnelle à la durée de la respiration. Des expériences récentes faites par le docteur Horn confirment entièrement cette opinion.

2^o *Quantité d'acide carbonique produite dans des temps successifs et égaux.* — D'après Lavoisier et Seguin, ce serait 296157 centimètres cubes par jour; MM. Andral et Gavarret sont arrivés à peu près au même résultat que Lavoisier et Seguin, et pour eux, un

homme en vingt-quatre heures consomme 240 grammes de carbone. Dumas ne porte ce dernier chiffre qu'à 200 grammes.

Voici la quantité de carbone éliminée en vingt-quatre heures par différents animaux. Pour le cheval, 2,500 ; pour le lapin, 25 grammes ; pour le cochon d'Inde, 6 grammes ; pour le pigeon, 7 grammes ; pour le chien, 33 grammes ; pour le chat, 47 grammes ; pour le grand duc, 15 grammes.

3° *Circonstances physiologiques qui augmentent ou diminuent cette excrétion.* — Nous avons déjà dit que Coathupe et Proust avaient constaté une variation suivant les heures du jour. Apjohn était arrivé au même résultat. D'après ces physiologistes, l'exhalation atteint son *summum* entre onze heures et midi.

Horn (*Gaz. méd.*, 1850, p. 902) a étudié ces variations avec beaucoup de soin. Les *minima*, au nombre de 4, sont : de six heures et demie du matin à huit heures, de midi et demi à une heure, de six heures du soir à huit heures, et de minuit à deux heures du matin. C'est de neuf heures du soir jusqu'après minuit que l'économie perd le moins d'acide carbonique.

D'après Proust, le vin, pris en excès, diminue cette exhalation. Vierordt a vu la quantité d'acide carbonique expiré diminuer presque à l'instant, dès qu'on a bu quelque liqueur spiritueuse, et cette diminution dure environ deux heures.

L'éthérisation a une influence remarquable. M. Ville a constaté que l'exhalation de l'acide carbonique augmente à proportion que la sensibilité s'affaiblit, et diminue à mesure que la sensibilité revient. Ceci nous prouve une chose, c'est que l'acide carbonique a moins d'affinité pour le sang pendant cette influence. Ne pourrait-on pas s'expliquer par là le dégagement spontané du gaz dans le sang qui a eu lieu dans quelques cas, comme l'ont vu M. Gosselin et moi dans une autopsie que j'ai faite à l'Hôtel-Dieu, dans son service ? On a remarqué enfin que, pendant les mouvements modérés du corps, l'expiration de l'acide carbonique était au moins d'un tiers plus grande que dans l'état de repos.

MM. Paul Hervier et V. Lagier (1) ont étudié l'influence de l'air comprimé sur la quantité d'acide carbonique exhalé. Jusqu'à la pression de 775 millimètres, l'exhalation augmente ; elle diminue dès que la pression devient plus considérable. Au sortir du bain d'air comprimé, l'exhalation d'acide carbonique s'accroît, et cet accroissement se soutient pendant quelques heures.

MM. Andral et Gavarret ont étudié avec infiniment de soin les différences en rapport avec l'âge, le sexe, la constitution, et, pour les femmes, les périodes menstruelles et la grossesse.

(1) *Gazette des hôpitaux*, 1849, p. 374.

Depuis l'âge de huit ans jusqu'à celui de la puberté, la quantité d'acide carbonique exhalé augmente sans cesse à mesure que l'individu avance en âge ; seulement cette quantité est toujours plus grande chez les enfants du sexe masculin que chez ceux du sexe féminin. Ainsi, en représentant la quantité d'acide carbonique par le carbone qu'il contient, ils ont trouvé qu'un enfant mâle de huit ans rejette en une heure 5 grammes de carbone, tandis que celui de quinze ans en consomme 8^{sr},7. Chez les petites filles, la quantité est un peu moindre, de telle façon que, pendant toute la durée de la seconde enfance, la moyenne de l'acide carbonique exhalé en une heure est représentée par 6^{sr},4 de carbone pour le sexe féminin, 7^{sr},4 pour le sexe masculin.

Après la puberté, MM. les professeurs Andral et Gavarret ont noté une remarquable différence entre l'homme et la femme : chez l'homme, l'exhalation d'acide carbonique va sans cesse en augmentant depuis quinze ans jusqu'à trente ans ; puis elle décroît à partir de cet âge jusqu'à la fin de la vie. Ainsi, ils ont trouvé que, entre quinze et vingt ans, la moyenne de carbone rejeté en une heure s'élève à 10^{sr},8 ; de vingt à trente, la moyenne est de 12^{sr},2 ; de trente à quarante, la moyenne descend à 11 ; de quarante à soixante ans, elle n'est plus que de 10^{sr},1 ; de soixante à quatre-vingts ans, 9^{sr},2. Sur un vieillard de cent deux ans, la consommation de carbone n'était que de 5^{sr},9.

Chez la femme, la quantité d'acide carbonique exhalé est toujours la même, tant que dure la menstruation. Ainsi, chez une femme adulte bien réglée, quel que soit l'âge, la moyenne est représentée par 6^{sr},9 de carbone par heure, à peu près comme cela a lieu chez les jeunes filles prises dans la seconde enfance. On remarque, en outre, que pendant la grossesse la quantité augmente, et la moyenne s'élève à 8 grammes par heure, pour reprendre, après l'accouchement et le rétablissement des règles, la moyenne indiquée tout à l'heure. Un des résultats de la menstruation serait donc de suppléer, jusqu'à un certain point, à la respiration. Enfin, MM. Andral et Gavarret ont montré qu'à tous les âges, l'exhalation d'acide carbonique est d'autant plus abondante, que la constitution est plus vigoureuse. Sur un jeune homme de vingt-six ans, d'une constitution athlétique, ils ont trouvé que la consommation de carbone s'élevait jusqu'à 14^{sr},1 par heure. Sur un vieillard de quatre-vingt-douze ans dont le système musculaire avait encore de la force, la quantité était de 8^{sr},8, chiffre énorme, si on le compare à ceux que nous venons d'indiquer pour les vieillards même moins avancés en âge.

Dans certaines maladies, cette exhalation est diminuée. Tel est le typhus, d'après Malcolm.

4° *Rapport entre l'oxygène absorbé et l'acide carbonique exhalé.* — Il s'agit de savoir si tout l'oxygène absorbé pourrait être retrouvé dans l'acide carbonique exhalé. Pour cela, il faut chercher si le poids de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique égale le poids de l'oxygène consommé, ou bien si le volume de l'acide carbonique exhalé est égal au volume d'oxygène enlevé, puisque l'on sait qu'un volume d'acide carbonique représente exactement le volume de l'oxygène qui entre dans sa composition.

L'observation démontre, et cela est digne d'attention, que ces deux valeurs se suivent quelquefois, mais avec des fluctuations plus notables qu'on ne l'a cru cependant longtemps, et sans que l'oxygène de l'acide carbonique représente tout l'oxygène enlevé. Il y a presque toujours un déficit : les exceptions à cette loi sont excessivement rares.

Allen et Pepys sont les seuls qui aient cru voir que le volume de l'acide carbonique formé égalait celui de l'oxygène enlevé. Ces résultats sont fautifs, et l'opinion que nous avons émise s'appuie sur les expériences de Dulong, Despretz, Brunner et Valentin, Regnault et Reiset.

On a cherché si le déficit est le même dans toutes les espèces animales, et s'il n'y avait pas une variation suivant le régime.

Il est plus grand chez les carnivores que chez les herbivores. Le poids de l'oxygène enlevé à l'air étant représenté par 1000, celui de l'oxygène contenu dans l'acide carbonique n'était que de 745 dans sept expériences sur les chiens (MM. Regnault et Reiset); tandis que la moyenne sur six lapins s'élève à 919. Le chiffre est encore plus élevé chez les oiseaux. Il est de 927 chez les poules, et quelquefois 998. Chez les petits oiseaux, eux qui enlèvent une si grande quantité d'oxygène, la portion d'acide carbonique n'était pas aussi grande que chez les poules : elle ne s'éleva qu'à 700 ou 800. La proportion pour les grenouilles est 698, et pour les insectes 791.

Le rapport entre la quantité d'oxygène contenu dans l'acide carbonique et la quantité totale d'oxygène pris à l'air paraît dépendre beaucoup plus de la nature des aliments que de la classe à laquelle appartient l'animal. Ce rapport est le plus grand lorsque les animaux se nourrissent de grains, et il dépasse alors souvent l'unité. Quand ils se nourrissent exclusivement de viande, ce rapport est plus faible et varie de 0,62 à 0,80 d'acide carbonique rejeté pour 1 d'oxygène absorbé. Avec le régime des légumes, le

rapport est en général intermédiaire entre celui que l'on observe avec le régime de la viande et celui que donne le régime du pain.

Ce rapport est à peu près constant pour les animaux de même espèce qui sont soumis à une alimentation parfaitement uniforme, comme cela est facile à réaliser pour les chiens; mais il varie notablement pour les animaux d'une même espèce, et pour le même animal soumis au même régime, mais dont on ne peut régler l'alimentation, comme pour les poules.

Lorsque les animaux sont à l'inanition, le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé est à peu près le même que celui que l'on observe pour le même animal soumis au régime de la viande; il est cependant, en général, un peu plus faible. L'animal, à l'inanition, ne fournit à la respiration que sa propre substance, qui est de la même nature que la chair qu'il mange lorsqu'il est soumis au régime de la viande. Tous les animaux à sang chaud présentent donc, lorsqu'ils sont à l'inanition, la respiration des animaux carnivores.

Le rapport entre l'oxygène contenu dans l'acide carbonique et l'oxygène total consommé varie donc, pour le même animal, depuis 0,62 jusqu'à 1,64, suivant le régime auquel il est soumis. Il est bien loin d'être constant, comme l'avaient admis Brunner et Valentin. (Regnault et Reiset.)

On voit, d'après tous ces faits, que la privation de nourriture a le double résultat de diminuer la quantité absolue d'oxygène absorbé et la proportion d'acide carbonique formé, eu égard à l'oxygène enlevé.

Dans un milieu riche en oxygène, mais qui reste cependant composé d'oxygène et d'azote, la quantité absolue d'oxygène enlevé et le rapport entre cet oxygène et l'acide carbonique exhalé ne changent pas sensiblement. Déjà Lavoisier avait vu que l'acide carbonique n'était pas plus abondant quand un animal respirait dans l'oxygène pur. Allen et Pepys avaient cru à tort que cette quantité était plus considérable.

*De la modification de l'air dans sa quantité d'azote.
Exhalation d'azote.*

Il est aujourd'hui incontestable que l'air qui sort du poumon après une expiration est plus chargé d'azote que celui qui y entre. Cela a été constaté par Berthollet, Collard de Martigny, Despretz, Lassaigne et Yvan, Marchand, Boussingault, Barral, Regnault et Reiset.

Voici les résultats fournis par les expériences de ces derniers :

1° Lorsque les animaux à sang chaud, mammifères et oiseaux, sont soumis à leur régime alimentaire habituel, ils dégagent toujours de l'azote; mais la quantité de ce gaz exhalée est très petite; elle ne s'élève jamais à $\frac{2}{100}$ du poids de l'oxygène total consommé, et le plus souvent elle est moindre que $\frac{1}{200}$.

2° Lorsque les animaux sont à l'inanition, ils absorbent souvent de l'azote, et la proportion de l'azote absorbé varie entre les mêmes limites que celles de l'azote exhalé dans le cas où les animaux sont soumis à leur régime habituel. L'absorption de l'azote s'est montrée presque constamment chez les oiseaux à l'inanition, mais très rarement chez les mammifères.

3° Lorsque après avoir été plusieurs jours à l'inanition, l'animal est soumis à un régime alimentaire très différent de son régime habituel, il absorbe souvent encore de l'azote pendant quelque temps, probablement jusqu'à ce qu'il se soit fait à son nouveau régime; il rentre alors dans le cas général et dégage de l'azote. Ce fait n'a été constaté que sur des poules qui, après avoir été plusieurs jours à l'inanition, échangeaient leur régime de grain pour un régime de viande seule.

4° Lorsque l'animal est souffrant par suite du régime alimentaire auquel il est soumis, ou peut-être par d'autres causes, il absorbe encore de l'azote. Cette absorption de l'azote a été constamment observée dans les expériences faites sur un canard malade qui mourut quelque temps après.

Ces alternatives de dégagement et d'absorption d'azote que présente le même animal lorsqu'il est soumis à divers régimes, est favorable à l'opinion d'Edwards, qui admet que le dégagement et l'absorption d'azote ont toujours lieu simultanément pendant la respiration, et que l'on n'observe jamais que les résultats de ces deux effets contraires.

Les frugivores exhalent plus d'azote que les carnivores (Despretz, Dulong).

Historique. — Avant qu'on fût arrivé à connaître ainsi l'exhalation d'azote, il y avait dans la science des opinions qu'il faut passer rapidement en revue :

1° Les uns disaient qu'il y avait moins d'azote dans l'air expiré que dans celui qui était inspiré (Priestley, Abernethy, Henderson, Davy, Allen et Pepys, Humboldt, Provençal). On portait la quantité absorbée jusqu'à 6, 8, 10 centimètres cubes par minute.

2° D'autres chimistes, parmi lesquels se trouve Lavoisier, disent que la proportion d'azote inspiré et expiré reste la même, de sorte qu'il n'y aurait ni exhalation ni absorption.

3° D'autres prétendent que l'azote de l'air expiré est tantôt en

plus, tantôt en moins, tantôt en même quantité que l'azote de l'air inspiré (Nysten, Dulong, Treviraux, etc.)

4° Enfin, nous avons déjà vu qu'Edwards soutenait qu'il y avait à la fois absorption et exhalation d'azote; que tantôt l'exhalation l'emportait sur l'absorption, que tantôt c'était le contraire, et que parfois l'exhalation et l'absorption se faisaient équilibre.

*De la modification de l'air dans la vapeur aqueuse.
Transpiration pulmonaire.*

Nous avons déjà dit que dans l'air atmosphérique il y a toujours une certaine quantité de vapeur aqueuse; mais, quand l'air sort de la poitrine, on le trouve chargé d'une plus grande quantité de cette vapeur, entraînant avec elle une petite proportion de matière animale: c'est ce qui constitue la *transpiration pulmonaire*. Lorsque la température extérieure ne dépasse pas 5 ou 6 degrés centigrades, on voit cette vapeur, condensée tout à coup au sortir de la bouche ou du nez, apparaître sous forme d'une sorte de nuage. Dans l'air plus dense de quelques souterrains profonds, Haller a vu cette vapeur se condenser alors que la température n'était pas plus basse que 0°,56 centigrades. Cette vapeur ternit momentanément une glace ou les métaux brillants sur lesquels on la reçoit. Dans les cas où la mort est douteuse, on a conseillé de placer une glace à l'entrée des voies aériennes pour voir si elle se ternit ou non. Mais ce moyen peut être infidèle.

Cette vapeur ne vient pas seulement des canalicules respirateurs, elle est fournie aussi par toute la muqueuse des voies aériennes. L'expérience suivante de Magendie le prouve. Si l'on adapte une seringue à une plaie faite à la trachée d'un animal, et si l'on pousse de l'air dans la trachée, dans le sens de l'expiration, cet air, qui n'a pas traversé le poumon, entraîne cependant une vapeur aqueuse facile à démontrer. Certains cas de fistules de la trachée ont permis de constater chez l'homme ces origines multiples de la vapeur dite *pulmonaire*.

Un homme qui fait par minute seize inspirations d'un demi-litre, introduit 480 litres d'air en une heure. A 10 degrés et à moitié saturé d'humidité, les 480 litres contiennent 2^{es},362 de vapeur d'eau. Par l'inspiration, cet air est chassé à la température de 38 degrés environ et à saturation complète; il contient alors 24^{es},985 d'eau; d'où retranchant les 2^{es},762 introduits par l'air, on voit que la respiration fait perdre 19^{es},623 d'eau en une heure et 470^{es},90 en vingt-quatre heures (Gavarret).

Sa composition montre qu'elle est presque exclusivement formée

d'eau à laquelle il se joint une petite quantité de matière animale qui se putréfie dans les vases où l'on a renfermé de l'air expiré.

Brunner et Valentin démontrent par un autre procédé l'existence d'une matière organique dans la vapeur expirée. L'acide carbonique, au travers duquel nous avons expiré, disent-ils, devient rougeâtre; mais la quantité de matière organique est si petite, que nous n'avons pu lui donner un chiffre certain.

Accidentellement, la vapeur pulmonaire se charge des principes volatils qui ont été ingérés dans le tube digestif, tels que ceux de l'ail, de l'alcool, du camphre, du musc. Le phosphore s'échappe du poumon par les narines sous la forme d'un nuage épais et blanchâtre, qui, dans l'obscurité, devient lumineux, d'après de Montgarny.

La force aspiratrice par laquelle la poitrine attire l'air dans les voies aériennes paraît, en même temps, exercer une influence sur la perspiration pulmonaire. Breschet et Milne Edwards ont supprimé cette force aspiratrice en ouvrant la poitrine d'animaux vivants auxquels ils établissaient la respiration artificielle: ils ont vu alors que les substances volatiles ne parvenaient plus dans la perspiration pulmonaire ou qu'elles n'y parvenaient pas d'une manière si prompté ni en aussi grande quantité.

§ II. — Action de la respiration sur le sang.

L'étude de la circulation devrait comprendre non-seulement l'examen des actes opérés par les parois de l'appareil et du mouvement qu'elles impriment au liquide contenu, mais elle devrait encore embrasser la description des changements de constitution intime que présente le sang selon les ordres de vaisseaux qu'il traverse. Son cours, son mouvement offre en effet partout des dissemblances en rapport avec ses différences de composition immédiate, et celle-ci, comme on sait, varie dans les artères pulmonaires, dans les veines pulmonaires et les artères générales, dans les veines portes et générales, etc. C'est donc pour céder à l'usage suivi dans les examens, et contrairement à la méthode, que nous plaçons ici ce paragraphe qui offrirait cependant plus d'intérêt dans un tableau des dissemblances physiologiques du sang dans les diverses régions de l'économie.

Les artères pulmonaires amènent au poumon du sang *veineux*, les veines pulmonaires ramènent au cœur du sang *artériel*. C'est dans les capillaires du poumon, par le contact de l'air, que cette transformation s'est opérée. Quelles sont les différences que ce conflit a établies entre les deux sangs? Qu'y a-t-il de plus ou de

moins? En d'autres termes, quelles modifications la respiration amène dans le sang? C'est ce qui nous reste à examiner.

Le sang artériel diffère du sang veineux par sa couleur, son odeur, sa température, sa capacité pour le calorique, sa pesanteur spécifique, sa coagulation et la quantité du sérum. Il en diffère encore par sa composition chimique.

1° *Couleur dans les deux sangs.* — C'est là la différence la plus frappante. Le sang artériel est rutilant, écarlate, d'une teinte beaucoup moins foncée que celle du sang veineux. Cette différence est très tranchée dans les animaux à respiration aérienne et à double circulation. Le mélange des deux sangs chez les reptiles efface presque complètement cette différence. Dans les capillaires, les deux teintes se confondent; le sang qui y entre rouge en sort noir.

2° *Odeur et saveur des deux sangs.* — L'odeur du sang artériel est forte, et sa saveur plus prononcée que dans le sang veineux.

3° *Température des deux sangs.* — M. Cl. Bernard a prouvé à cet égard un fait soupçonné par Legallois, Collard de Martigny, Magendie et M. Malgaigne, c'est que le sang du ventricule droit est toujours plus chaud de 2 à 3 dixièmes de degré que celui du ventricule gauche, contrairement à ce qu'on croyait. Cela tient à l'arrivée du sang des veines sus-hépatiques, le plus chaud de toutes les parties du corps, par la veine cave inférieure, mais sauf les veines rénales, partout ailleurs le sang des veines est un peu moins chaud que celui des artères.

4° *Capacité pour le calorique.* — Davy affirme que la capacité calorique du sang artériel est à celle du sang veineux comme 10,11 : 10,10. Elle n'offre point la différence que Crawford admettait pour expliquer la formation de la chaleur.

5° *Pesanteur spécifique des deux sangs.* — Le sang artériel et le sang veineux ont à peu près la même pesanteur spécifique.

6° *Différences de la coagulabilité de la fibrine des deux sangs.* — Berthold et Blundell attestent que le sang veineux se coagule avec plus de promptitude que le sang artériel. Schroeder van der Kolk (*De respirationis chymismo*, Trajecti ad Rhenum, 1836) vient appuyer cette opinion. D'après Blundell, il y aurait une différence de 2 minutes dans le sang de l'homme. La différence a été de 1 à 4 minutes chez des agneaux, selon J. Davy, et de 1/2 minute chez des veaux et des chèvres, d'après Berthold. La même différence a été trouvée par Suissy. Cependant Lehmann affirme que le sang artériel se fige plus rapidement que le sang veineux, et nous partageons volontiers cette opinion.

7° *Proportion des parties liquides aux solides dans les deux sangs.* — D'après M. Becquerel, le sang artériel contient moins

de résidus solides que le sang veineux. Il y a moins de graisse, moins de globules, moins d'albumine, moins de matières extractives et moins de sels, les globules contiennent moins de matière colorante. Quant à la fibrine, elle reste la même. Denis, Hertwig et Schultz étaient arrivés à des résultats à peu près analogues (*Traité de chimie pathologique*, 1854, p. 87).

8° *Proportion des carbonates alcalins dans les deux sangs.* — Suivant Mitscherlich, Tiedemann et Gmelin, il y a plus de sous-carbonate alcalin dans le sang veineux que dans le sang artériel. 10000 parties de sang veineux contiennent, disent-ils, 12,3 d'acide carbonique combiné, tandis que 10000 parties de sang artériel ne contiennent que 8,3 au plus de cet acide. Nous ferons plus loin une application de cette donnée.

9° *De l'oxygène dans les deux sangs.* — L'oxygène est en plus grande quantité dans le sang artériel que dans le sang veineux; en moyenne, il y a 2,41 à 3 centimètres cubes pour 100 dans le premier, et de 1 centimètre cube à 1,17 seulement pour le sang veineux, ce qui donne, à l'avantage du sang artériel, une différence de 1,25 pour 100 en moyenne.

Un litre d'eau dissout, à la température de 10 degrés 46 centimètres cubes d'oxygène; on voit, d'après ce qui précède, que le sang en peut dissoudre davantage. Les expériences directes de Magnus ont, en effet, montré qu'il peut en dissoudre de 400 à 420 centimètres cubes par litre, soit 40 à 42 pour 100, au lieu de 4 à 5 pour 100 que dissout l'eau; mais le sang tiré de la veine n'en renferme que 40 à 13 centimètres cubes par litre. Il faut de plus tenir compte de la température élevée du sang; car, à 37 degrés, l'eau n'en contiendrait pas 46 centimètres cubes par litre.

Le sang dissolvant plus d'oxygène que l'eau et plus que son propre sérum, qui en dissout (Berzelius, 1833) moins que l'eau, on devait penser que les globules sont les agents de cette dissolution; c'est ce que l'expérience directe a prouvé (Dumas, 1846, Robin et Verdeil, 1853). Mais il faut tenir compte dans ces questions, non-seulement des dissolvants, mais du liquide qui le tient en suspension, qui en influant naturellement sur l'état des globules, influe aussi sur leur pouvoir dissolvant à l'égard de l'oxygène. Ainsi M. Bernard a démontré (1853-1854) que le sang de la veine porte ventrale est celui qui absorbe le plus d'oxygène, vient ensuite le sang du cœur droit, puis celui des veines périphériques. Le sang artériel est celui qui en absorbe le moins par le contact direct entre l'air et le sang. Celui des animaux à jeun a toujours absorbé plus d'oxygène que le sang des animaux en digestion. Cette diminution du

pouvoir dissolvant des globules est proportionnée à la quantité de sucre contenue dans le sérum, et l'expérience montre que le sucre diminue ce pouvoir, tandis que le sel marin l'augmente. L'abaissement de la température du sang au-dessous de celle qui est propre à l'animal fait diminuer le pouvoir dissolvant des globules, contrairement à ce qui a lieu pour les liquides par rapport aux gaz et aux sels. Ce fait montre que, dans cette assimilation de l'oxygène par les globules, il n'y a pas une dissolution proprement dite, dans le sens habituel de ce mot, mais une combinaison par affinité moléculaire spéciale de l'oxygène pour les parties solides de l'économie, les globules en particulier. (Liebig, 1852, Bernard, 1853, Robin et Verdeil, 1852). Pourtant l'azote et l'acide carbonique peuvent dans les expériences chasser l'oxygène des globules par un courant (tabli dans le sang artériel (Magnus).

10° *De l'acide carbonique dans les deux sangs.* — D'après MM. Ch. Robin et Verdeil, l'acide carbonique contenu dans le sang occuperait, ramené à l'état gazeux, un espace variant du tiers au cinquième de celui occupé par ce liquide.

D'après Magnus, il y en a plus dans le sang artériel que dans le sang veineux, dans la proportion de 6^{cc},49 pour 100 dans le sang artériel, pour 5 centimètres cubes dans le sang veineux, c'est-à-dire dans la proportion de 0^{sr},99, ou un cinquième en faveur du sang artériel: ce qui donne 0^{sr},123 pour 100 dans le sang artériel, et 0^{sr},104 pour 100 grammes dans le second.

En s'appuyant sur les résultats obtenus par Magnus et en admettant approximativement 5 litres de sang artériel et 7 litres 50 de sang veineux, on trouve qu'il y a 6^{sr},15 de gaz carbonique dans le sang artériel et 7^{sr},80 dans le sang veineux; en tout, 13^{sr},95.

11° *De l'azote dans les deux sangs.* — D'après MM. Robin et Verdeil, l'azote forme en moyenne un peu plus du dixième des gaz contenus dans le sang; mais il peut aller jusqu'à en former le sixième aussi bien dans le sang veineux que dans le sang artériel. C'est ce qu'on peut facilement déduire des expériences de Magnus.

Chez le cheval, il y en a plus dans le sang veineux que dans le sang artériel. La moyenne est de 4^{cc},52 pour 100 dans le sang veineux de cet animal, et de 4^{cc},32 pour 100 dans le sang artériel. Chez le veau, il y en a, au contraire, moitié moins dans le sang veineux que dans le sang artériel. La moyenne est de 0^{cc},64 pour 100 dans le premier, et 4^{cc},71 pour 100 dans le second. On n'a pas encore recherché la quantité d'azote qui existe dans le sang de l'homme, en sorte qu'on ne peut pas dire quelle masse d'azote en poids et en volume il renferme.

Si nous résumons la comparaison des gaz des deux sangs, nous voyons qu'il y en a plus dans le sang artériel que dans le sang veineux, tant pour l'oxygène ou l'acide carbonique que pour l'azote, dont la quantité proportionnelle est de 1,51 pour le sang artériel, et 1,00 pour le sang veineux.

Influence du sang hématosé sur les divers tissus. — M. Brown-Séquard a communiqué à l'Institut (22 octobre 1855) des recherches expérimentales très nombreuses sur la faculté que possèdent certains éléments du sang pour régénérer les propriétés vitales des tissus.

1° Des muscles de la vie animale ayant complètement perdu leurs propriétés vitales et étant atteints de rigidité cadavérique, ont pu, sous l'influence d'injections sanguines dans leurs vaisseaux, cesser d'être rigides et recouvrer leurs propriétés vitales, à savoir la contractilité et la faculté de produire ce que M. Matteucci a appelé l'*induction musculaire*.

2° Les fibres musculaires lisses de l'intestin, de la vessie, de l'utérus, des vaisseaux sanguins, des bulbes des poils et de l'iris, ont recouvré sous l'influence du sang, leurs propriétés vitales perdues depuis un quart d'heure ou beaucoup plus. Chez l'homme, la contractilité des fibres-cellules des bulbes pileux est revenue plus de quinze heures après la mort.

3° De tous les tissus contractiles, celui du cœur, chez les mammifères, paraît être le moins capable de recouvrer sa contractilité perdue.

4° Les nerfs moteurs et sensitifs, ainsi que la moelle épinière, peuvent, sous l'influence du sang, recouvrer leurs propriétés vitales perdues.

5° Le sang défibriné paraît avoir autant d'influence sur la régénération des propriétés vitales que le sang contenant de la fibrine. Cette substance n'est donc pas essentielle à la nutrition des muscles et du tissu nerveux : bien plus, des expériences dans lesquelles il s'est mis à l'abri, autant que possible, des causes d'erreur, paraissent montrer qu'elle se produit dans les vaisseaux des muscles pendant l'échange nutritif entre le sang et le tissu musculaire.

6° Plus le sang contient d'oxygène, plus son influence régénératrice des propriétés vitales est considérable et rapide. Aussi, voyons-nous que le sérum du sang est incapable de régénérer les propriétés vitales, tandis que plus le sang est riche en globules, c'est-à-dire en éléments capables d'absorber de l'oxygène, plus sa propriété régénératrice s'augmente si on le charge d'oxygène. Au contraire, le sang le plus riche en globules et en albumine est impuissant à régénérer les propriétés vitales, s'il ne contient

qu'une très faible quantité d'oxygène. Nous n'entendons pas dire cependant que ni les globules, ni l'albumine, ni tout autre élément du sang ne jouent un rôle dans l'acte de nutrition par lequel s'opère la régénération des propriétés vitales : nous voulons dire seulement que l'oxygène est essentiel à cet acte.

7° En rapprochant ces faits de plusieurs résultats d'importantes expériences faites par M. Dumas (*Comptes rendus*, tome XXII, page 900, 1846) on est autorisé à conclure que les globules du sang ont en partie pour rôle de porter l'oxygène aux tissus.

8° Ainsi que Gu-tave Liebig l'a si bien démontré, la contractilité disparaît plus lentement après la mort, dans des muscles placés dans de l'oxygène, que dans des muscles entourés de tout autre gaz : mais l'oxygène, à l'état de gaz libre, en rapport avec la surface extérieure des muscles et injecté dans leurs artères, ne paraît pas capable de régénérer dans ces organes les propriétés vitales perdues.

9° Quand on injecte du sang très rouge dans les artères d'un membre dont les muscles ont été rigides trop longtemps pour que les propriétés vitales puissent y être régénérées, on voit le sang revenir par les veines presque aussi rouge qu'à son entrée dans les artères. Au contraire, si les propriétés vitales peuvent encore être régénérées, le sang sort plus ou moins noirâtre par les veines ; et lorsque les muscles sont redevenus contractiles, si on les galvanise, le sang sort très noir. L'absorption de l'oxygène par les tissus s'opère donc très bien pendant et après la régénération des propriétés vitales, et elle s'opère beaucoup moins s'il n'y a plus possibilité de retour de ces propriétés.

10° La quantité de sang nécessaire pour faire revenir la contractilité dans les muscles devenus rigides varie extrêmement suivant un grand nombre de circonstances, telles que la durée de la rigidité, la quantité d'oxygène dans le sang employé, la température du sang et celle des muscles, etc. M. Brown-Séquard a fait revenir la contractilité et je l'ai fait durer près de quatre heures et demie dans environ 500 grammes de muscles, à l'aide de 30 grammes seulement de sang défibriné ; mais, dans ce cas, il lui a fallu injecter au moins quarante fois tout ce sang, et il a fallu le soumettre au battage, pour le charger d'oxygène, après chacune des injections.

11° Non-seulement il est possible de faire cesser la rigidité cadavérique après sa première apparition et de faire revenir alors la contractilité, mais encore il a pu faire, jusqu'à quatre fois, disparaître la rigidité et revenir la contractilité dans les mêmes muscles. Bien plus, il a pu maintenir la contractilité dans un membre de

lapin jusqu'au delà de la quarante et unième heure après avoir séparé ce membre du tronc de l'animal.

12° La contractilité musculaire peut être régénérée dans des muscles devenus rigides et chez lesquels les nerfs moteurs, paralysés depuis longtemps, ne peuvent en rien participer au retour de la propriété vitale essentielle des muscles.

13° Les nerfs moteurs séparés de la moelle épinière et la moelle épinière séparée de l'encéphale peuvent aussi recouvrer sous l'influence du sang leurs propriétés vitales perdues. Ceci paraît démontrer : 1° que la propriété des nerfs moteurs (la *motricité* de M. Flourens) est indépendante de la moelle et qu'elle peut être donnée à ces nerfs par le sang ; 2° que la faculté réflexe ou propriété vitale essentielle de la moelle épinière peut être donnée à cet organe par le sang.

14° Les expériences confirment la parfaite exactitude d'un fait observé par M. Dumas : c'est que le battage du sang ne paraît altérer aucunement les globules. En effet, d'une part le microscope ne montre aucune altération de ces éléments du sang, et, d'une autre part, ils absorbent l'oxygène aussi bien après qu'avant le battage, et l'action du sang battu, soit sur un muscle, soit sur un animal entier, paraît être la même que celle du sang non battu.

Les changements que nous venons d'étudier s'opèrent-ils d'une manière instantanée?

En ce qui concerne la couleur, il n'y a pas le moindre doute. Des expériences faites par Bichat, Lower et Goodwin, le prouvent d'une manière incontestable.

Bichat adapta un robinet à la trachée d'un mammifère, un robinet plus petit fut mis à la carotide. Les robinets étant ouverts et l'animal respirant par lui-même, le sang sort du vaisseau avec les qualités artérielles ; puis le robinet de la trachée étant fermé, et la respiration interceptée, le sang, qui, pendant quelques secondes, a conservé sa teinte vermeille, devient noir et se fonce de plus en plus. Le robinet de la trachée est de nouveau ouvert, et l'on voit le sang de la carotide reprendre presque instantanément la teinte écarlate ; il n'est sorti de sang noir que la petite quantité qui existait entre le poumon et le robinet de la carotide, au moment où l'on a admis l'air dans le poumon. Lorsque le robinet de la trachée était fermé après une inspiration, le sang de la carotide brunissait après 30 secondes seulement, et il était complètement veineux après 60 secondes. La teinte brune se montrait plus tôt,

lorsque le robinet était fermé après une expiration, et plus tôt encore, si l'on avait aspiré avec un soufflet une partie de l'air du poumon. Elle paraissait après une minute seulement, lorsque, avant de fermer le robinet, on avait poussé de l'air dans les poumons de manière à simuler une forte inspiration. Les expériences faites par Emmert confirment pleinement celles de Bichat.

SECTION IV.

Théorie de la respiration.

Il s'agit maintenant de donner l'explication de tous les phénomènes que nous venons d'examiner. Nous avons à rechercher : 1° Ce que devient le sucre ; 2° d'où vient l'acide carbonique ; 3° que devient l'oxygène ; 4° quelle est la cause du changement de couleur du sang ?

1° Que devient le sucre qui est déversé dans le sang par les veines sus-hépatiques ?

Dans les conditions normales on le trouve encore dans les cavités droites du cœur, dans l'artère pulmonaire, mais à peine le sang a-t-il traversé le poumon que l'on ne constate plus l'existence de ce sucre ou du moins qu'il a beaucoup diminué. Il a donc été détruit dans les poumons.

De l'oxydation du sucre. — Diverses explications ont été données de cette destruction du sucre. Examinons d'abord avec M. Cl. Bernard celle qui suppose une oxydation du sucre dans les poumons.

S'il était vrai que le sucre se détruise en traversant les poumons par suite de son contact avec l'oxygène, toutes les fois que l'on trouble la respiration, soit en bouchant les voies aériennes, soit en mêlant à l'air certaines vapeurs comme l'éther et le chloroforme, soit en appauvrissant l'air d'oxygène, etc., le sucre, n'étant plus alors détruit, passerait dans la grande circulation et devrait apparaître dans les urines. M. Reynoso, ayant vu que sous l'influence de l'éthérisation les urines devenaient momentanément sucrées, a cru pouvoir expliquer ce résultat par un défaut d'oxydation dans les poumons. Le fait est exact, cependant il ne se manifeste pas toujours et il a paru à M. Cl. Bernard que c'était surtout chez les animaux en pleine digestion que l'expérience réussissait le mieux. M. Cl. Bernard avait lui-même au début de ses recherches adopté cette théorie de l'oxydation, mais en étudiant le phénomène de la

présence du sucre dans l'urine des fœtus de différents âges, il a trouvé d'autres faits qui ne pouvaient plus s'expliquer de la même façon.

La sécrétion du sucre par le foie ne commence que vers le quatrième mois environ de la vie intra-utérine chez les veaux. Il était naturel de penser que chez des fœtus dont le foie ne sécrétait pas encore le sucre, il ne devait pas y en avoir non plus dans les urines. Or, ici l'expérience ne vérifia plus la déduction. Les urines des jeunes fœtus sont très sucrées, lorsque le tissu de leur foie ne contient aucune trace de sucre.

D'un autre côté, le foie présente dans son tissu des quantités de sucre de plus en plus grandes, à mesure qu'on approche du terme de la gestation : il était encore très logique de penser que les urines devaient être sucrées de plus en plus en approchant de la naissance : or c'est encore ce qui n'a pas lieu. L'urine des fœtus de veau, dès le sixième et le septième mois, cesse de contenir du sucre, quoiqu'il soit alors sécrété dans l'organisme, et qu'on en trouve beaucoup dans le foie. Il fallait donc renoncer à une théorie qui ne résistait pas à l'analyse expérimentale et qui par conséquent était insuffisante.

Des expériences directes ont montré à M. Cl. Bernard que la quantité d'oxygène absorbée, comparée avec la quantité d'acide carbonique rendu, est plus grande dans le sang non sucré recueilli dans la veine jugulaire d'un animal à jeun que dans le sang d'un animal pris en digestion et contenant du sucre. Les expériences de MM. Regnault et Reiset faites sur les animaux vivants ont donné un résultat identique, on y voit que le rapport de l'oxygène, exhalé sous forme d'acide carbonique à ce l'oxygène absorbé, est plus grand pendant la digestion que pendant l'abstinence.

Il résulte donc de ces expériences que la quantité d'oxygène introduite n'est pas dans un rapport constant avec la quantité d'acide carbonique qui devrait être formée. De plus, en étudiant la destructibilité du sucre au contact de différents gaz, M. Claude Bernard a vu que l'oxygène ne possède rien de particulier à ce sujet.

De la destruction du sucre par les alcalis. — Dans cette hypothèse on admet que dans l'économie le sucre est détruit par une combustion au contact des alcalis. On sait, en effet, que le sang est toujours alcalin ; la vie est incompatible avec l'acidité ou même avec la neutralité de ce liquide.

Mais la faible alcalinité du sang n'est pas une raison suffisante pour assimiler à la réaction de la potasse caustique sur le sucre ce qui se passe dans le corps vivant, où les liquides sanguins bien

qu'alcalins ne le sont qu'à un très faible degré. Cela d'ailleurs n'explique pas le cas des diabétiques, car chez eux le sang est alcalin.

Voici à ce sujet une expérience directe : si l'on prend du sang sucré des veines sus-hépatiques et que l'on en fasse deux parts égales, l'une que l'on abandonne à elle-même, l'autre qu'on fait cuire et dont on filtre les liquides qui s'en échappent : dans la première le sucre se détruit, tandis qu'il n'est pas modifié dans le liquide de la seconde qui a filtré, bien que la coction ne lui ait pas enlevé son alcalinité. La matière organique qui opère cette destruction comme nous allons le voir, a seule été modifiée. Si, d'ailleurs on injecte dans la veine jugulaire d'un lapin un demi-gramme de glycose dissous dans de l'eau pure, comparativement avec l'injection d'une même quantité de sucre additionné de 1 gramme de carbonate de soude, on verra que dans les deux cas la glycose apparaît dans les urines, seulement elle paraît s'éliminer plus rapidement quand il y a addition de carbonate de soude. Lehmann et Buker ont aussi fait des expériences desquelles il résulte que le sucre ne se détruit pas en plus grande quantité quand il est au contact des alcalis.

Théorie de M. Cl. Bernard sur la destruction du sucre. — D'après M. Cl. Bernard les matières organiques peuvent se détruire de deux manières, ou par oxydation, ou par une fermentation. Nous venons de voir que l'oxydation ne rend pas compte des phénomènes, il faut donc admettre la théorie de la fermentation.

Pour qu'une fermentation s'accomplisse, il faut un ferment d'une part et de l'autre une matière fermentescible. On sait aussi que la nature du ferment a une influence considérable sur la direction qu'il imprime à la fermentation. Ainsi, sous l'influence de la levûre de bière intacte, le sucre se transforme en acide carbonique et en alcool. Mais si l'on broie cette levûre, qu'on la désorganise, son mode d'action devient tout autre. Au lieu de dédoubler le sucre en acide carbonique et alcool, elle le changera en un corps isomère, l'acide lactique. Or, dans l'organisme, la fermentation alcoolique ne se produit jamais parce qu'il n'y a pas le ferment qui lui est propre, la levûre de bière : et si l'on cherchait à la faire naître artificiellement, il en résulterait de graves désordres qui amèneraient la mort.

La destruction du sucre ne s'opère donc pas de cette manière, mais le sucre arrivant au poumon peut être, sous l'influence de la division extrême du sang, changé en acide lactique, ce qui s'opère par une simple modification moléculaire dans laquelle l'oxygène ne jouerait qu'un rôle secondaire. On sait, en effet, que ce gaz ne fait

qu'imprimer à la masse fermentescible un mouvement moléculaire qui peut ensuite se continuer sans lui. M. Pavy a fait sur ce mécanisme de la destruction du sucre dans l'organisme des expériences très intéressantes. Ce ne serait peut-être ensuite que dans le système capillaire général qu'aurait lieu l'oxydation d'où naîtrait l'acide carbonique, rejeté ensuite par les poumons. Mais M. Cl. Bernard ne pense pas que cette combinaison de l'oxygène avec le carbone, se fasse aux dépens des substances versées directement dans le sang, soit qu'elles proviennent de la digestion, soit qu'elles aient été élaborées dans le foie. Il faut croire, au contraire, que ces matières nouvelles, qui, pour ainsi dire, n'ont point encore vécu, entrent d'abord dans des combinaisons organiques et déplacent les matériaux anciens qui sont excrétés sous forme gazeuse, liquide ou solide. Il ne faut pas croire, en un mot, qu'aucun des phénomènes soit de composition, soit de décomposition, s'opère dans l'organisme d'une manière directe.

2° De l'origine de l'acide carbonique.

« On connaît, disent MM. Robin et Verdeil, deux sources d'acide carbonique dans l'organisme, deux ordres de condition pour la formation de ce principe. La première est la décomposition dans le poumon des carbonates et bicarbonates du sang par l'acide pneumique ; la deuxième est le dégagement d'acide carbonique par la substance organisée. Il résulte des expériences de M. Cl. Bernard que le lieu de l'économie où se forme le plus d'acide carbonique est le poumon. Les conditions de formation de ce gaz ne sont pas celles de la combustion ; c'est la présence des carbonates et bicarbonates dans le sang d'une part, et de l'autre celle de l'acide pneumique libre dans le tissu même, dans la substance du parenchyme pulmonaire. Cet acide se trouve là en petite quantité, mais il est par lui-même assez énergique ; aussi le tissu du poumon est-il acide. Il résulte, en outre, d'expériences présentées par l'un de nous (M. Verdeil) à la Société de biologie, que le tissu pulmonaire, au contact d'une dissolution de carbonate de soude, décompose ce sel avec dégagement d'acide carbonique. » Ainsi, nous pouvons dire aujourd'hui qu'une partie d'acide carbonique que nous rejetons chaque jour vient des carbonates décomposés peu à peu dans les nombreux capillaires du poumon, et ne se forme pas par combustion. Le reste de l'acide carbonique est produit par dédoublement de principes immédiats de la substance organisée dont les espèces ne sont pas encore nettement déterminées, et il dégage par les divers tissus y compris le

parenchyme pulmonaire, qui a la propriété de le dégager comme toute partie organisée morte ou vivante.

3° Que devient l'oxygène ?

MM. Robin et Verdeil (1) vont encore nous l'apprendre. Des canalicules respirateurs, disent-ils, l'oxygène passe dans le sang dont les globules le dissolvent. C'est de cette combinaison avec les globules, qu'on chasse l'oxygène par un courant d'un autre gaz, ou qu'on l'extrait en faisant le vide sur le sang. Cet oxygène dissous se combine dans le corps ; on sait que sur 100 parties en poids, 74 parties seulement en moyenne et non tout, sont remplacées au dehors par de l'acide carbonique. On ne sait pas encore ce que devient l'autre quart de l'oxygène, avec quels principes il se combine, à quels produits il donne lieu. On sait actuellement que la combinaison de l'oxygène avec le carbone n'a pas lieu dans le poumon seulement instantanément ; que le poumon n'est pas un foyer de combustion, puisqu'on trouve de l'oxygène dans le sang de toutes les parties du corps. C'est dans toutes les parties du corps qu'il se fixe et qu'il se combine.

Avec quel principe des globules se combine l'oxygène dissous par le sang ? Il est possible, mais non démontré, que ce soit avec l'hématosine : en effet, celle qui est extraite du sang artériel se dissout dans l'eau avec une couleur vermeille ; celle qu'on retire du sang veineux donne une dissolution rouge ou brun foncé.

Pour nous résumer, disons que l'oxygène est dissous par les globules du sang, et remplacé au dehors par une quantité d'acide carbonique équivalente à un quart près environ chez l'homme. Mais il n'y a pas de connexion chimique absolue entre ces deux phénomènes. Cet oxygène se combine ensuite avec des substances organiques dont nous ne connaissons pas les espèces ; il en résulte la formation d'autres principes qui sont sans doute du nombre de ceux extraits du corps, mais nous ne savons au juste lesquels ; probablement ils sont nombreux, mais rien ne prouve qu'il y ait formation immédiate d'acide carbonique au moment de cette fixation de l'oxygène à l'état de combinaison. On a pris la coïncidence comme indiquant une relation directe d'effet à une cause qui n'existe pas, ce que les progrès de la physiologie montrent chaque jour. Nous avons vu, en effet, que M. Regnault a constaté que c'est surtout sous l'influence du régime alimentaire que varie la proportion d'acide exhalé. La quantité d'oxygène dissous pendant la respira-

(1) *Traité de chimie anatomique et physiologique, normale et pathologique.* 1855, t. II, p. 58.